جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۱

صص ۱۲۳-۱۰۷

تحلیل همدیدی امواج سرمایی در شمال‌شرق ایران

سلیمان صادقی ـ استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

سیدرضا حسین زاده ـ دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

رضا دوستان ـ استادیار اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

زهرا آهنگرزاده[1] ـ کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۱٤ تاریخ تصویب:۱۳۹۱/۱۰/۲٤

چکیده

هدف این پژوهش، تحلیل همدیدی وقوع امواج سرمایی به عنوان یکی از مخاطرات محیطی در منطقه شمال‌شرق ایران است. از این رو آمار حداقل دمای روزانه شش ماه سرد سال در ۱۳ ایستگاه سینوپتیک منطقه مورد مطالعه طی دوره آماری ۸۹-۱۳٦۸ استفاده و با توجه به آستانه درنظر گرفته شده، نمره استاندارد دمای حداقل کمتر از ۱/۲- برای هر ایستگاه، تعداد ۲۰۳ روز به عنوان روزهای با سرمای شدید در منطقه انتخاب شده است. سپس داده‌های روزانه فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال به صورت رقومی و با تفکیک مکانی۲/۵ درجه از سایت مرکزملی پیش بینی محیطی آمریکا برای روزهای انتخاب شده، استخراج گردیده است. برای به دست آوردن الگوهای سینوپتیکی مؤثر بر سرماهای حدی، داده‌های ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال برای روزهای انتخاب شده با استفاده از تحلیل مؤلفه اصلی کاهش یافته و سپس با استفاده ازروش آماری خوشه‌بندی و روش ادغام وارد، به شش گروه تقسیم شده است. این الگوها نشان می دهد، ۹۰ درصد از سرماهای شدید منطقه، علت سینوپتیکی یا انتقالی دارند. به‌طوری‌که ریزش هوای سرد از عرض‌های بالاتر منجر به وقوع سرما در منطقه شده است. در شدیدترین سرماها، ریزش هوای سرد در شرق پشته بسیار قوی بر روی کوه‌های اورال باعث عمیق شدن ناوه در شرق دریاچه آرال گردیده وحرکت کند ناوه و ایستایی آن، تداوم موج سرما به مدت چندین روز در منطقه را موجب می‌شود. دراکثر الگوها مهم‌ترین پدیده سینوپتیکی و عامل اصلی وقوع سرما در منطقه، قرارگیری منطقه در پشت ناوه عمیق واقع در دریاچه آرال است که تا عرض‌های پایین گسترش یافته و همچنین منجر به تقویت فرابار سیبری در سطح زمین می‌گردد. این فرابار، هوای سرد را با امواج سرما از عرض‌های بالا به منطقه شمال‌شرق ایران منتقل می‌کند. در بقیه موارد، علت سرماهای شدید منطقه، سرمایش سطح زمین و تأثیر توپوگرافی محلی است.

کلیدواژه‌ها: الگوهای سینوپتیکی، موج سرما، خوشه بندی، شمال‌شرق ایران

---

۱ نویسنده مسوول: ۰۹۱۵۳۱۸٦۲۰۱ Email: zahraahangar56@yahoo.com

مقدمه

تغییر اقلیم از مسائل مهم زیست‌محیطی است که در چند دههٔ اخیر مورد توجه قرارگرفته است. از نشانه‌های تغییر اقلیم، افزایش تعداد یا فراوانی وقوع و نیز شدت رویدادهای حدی اقلیمی، مانند: خشکسالی، سیل، طوفان، گرما- سرماهای ناهنجار و بارش‌های سنگین است. هرکدام از این رویدادهای حدی، با توجه به شدت، تداوم و گسترش، به عنوان یک مخاطره محیطی اثرات زیان‌بار بر حیات و زندگی موجودات زنده وارد می‌نماید. از میان مخاطرات محیطی، وقوع سرماهای شدید در هرسال و یا در برخی از سال‌ها، در نقاط مختلف ایران و از جمله شمال‌شرق آن، باعث بروز اثرات زیانبار در ابعاد مختلف شده و برنامه ریزی برای توسعه را دچار رکود نموده و بحران‌های اقتصادی واجتماعی را موجب می‌شود. از آنجا که دماهای حدی حاصل اندرکنش بین گردش‌های جوی و ویژگی‌های توپوگرافی محلی است (کیونت چیو[۱]،۲۰۰۷؛ به نقل از مسعودیان،۱۳۹۰)، تبیین ارتباط بین تغییرات و ساختار الگوهای جوی با ناهنجاری‌های اقلیمی می‌تواند در کاهش اثرات و پیش‌آگاهی مخاطرات اقلیمی کمک شایانی نماید. مطالعات بسیاری در مورد پدیده سرما و یخبندان در سرتاسر جهان و ایران صورت گرفته و نتایج تمام مطالعات تأکیدی بر این مطلب است که هیچ پدیده محیطی وجود ندارد که الگویی خاص از توزیع فشار عامل ایجاد آن نباشد(علیجانی،۱۳۸۵ :۱۹). از جمله مطالعات قبلی می‌توان به تحقیق تاکاهاشی[۲] (۱۹۹۰) اشاره نمود که در مطالعه خود، منطقه دریاچه بایکال مغولستان را مهم ترین محل پرفشار سرد بر شمرده و معتقد است وقتی پرفشار سرد و قوی از آن منطقه به سمت جنوب نفوذ و گسترش می‌یابد به عنوان یک فرآیند جوی باعث ورود سرمای شدید می‌شود.

زانگ[۳] و همکاران (۱۹۹٦)، ضمن بررسی اقلیم شناسی موسمی ها و امواج سرد در شرق آسیا دریافتند که شدت بالای پرفشار سیبری در ماه‌های دسامبر و ژانویه رخ می‌دهد در صورتی که بیشترین فراوانی امواج سرد در شرق آسیا مربوط به ماه‌های نوامبر و مارس است. پرایتو[٤] و همکاران در سال ۲۰۰۲، تأثیر نوسان اطلس شمالی بردماهای فرین زمستانی در مادرید را بررسی کردند. نتایج تحقیق آنها نشان داد بین دماهای فرین سرد با شاخص نوسان اطلس شمالی ارتباط غیرخطی وجود دارد. وان دی بیسلر[٥] و همکاران (۲۰۰۹)، اثر الگوهای گردشی بر دماهای فرین را در اروپا بررسی کردند و در تحقیق آنها ارتباط بین فراوانی الگوی گردشی و شاخص دما با استفاده از رگرسیون چند متغیره طی دوره بیست و هفت ساله منتهی به سال ۱۹۷٤ مدل سازی شد و برای دوره بعدی (۲۰۰۰-۱۹۷٤) آزمون شد. تفاوت بین شاخص‌های مشاهده شده و محاسبه شده در دومین دوره بیانگر اثر

۱ Guentchev
۲ Takahashi
۳ Zhang
٤ Prieto
٥ Van De Besselaar

گرمایش برای زمستان و تابستان است. همچنین در ایران نتایج تحقیق براتی (۱۳۷۵)برروی یخبندان‌های بهاره ایران نشان داد که همه یخبندان‌ها از نوع انتقالی(سینوپتیک) بوده و تقریباً در تمامی موارد جابه جایی محور فرود در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و حرکت پرفشار مهاجر سطح زمین در غرب مدیترانه، به سمت ایران و ادغام با پرفشار سیبری به وقوع یخبندان‌های بهاره می‌انجامد. چوخاچی مقدم در سال ۱۳۷٦، در بررسی آثار سینوپتیکی پرفشار سیبری بر دمای شمال‌شرق ایران نتیجه گرفت ماه اکتبر همزمان با تشکیل پرفشار سیبری بوده، ولی از ماه نوامبر با افزایش تعداد روزهای تشکیل آن و افزایش فشار مرکزی و گسترش نصف النهاری زبانه‌های جنوب غربی آن موجب کاهش شدید دما در منطقه می‌شود. پاک نظر (۱۳۸۳) به بررسی موقعیت تاوه قطبی و اثر آن بر سرماهای شدید شمال‌شرق می‌پردازد و بیان می‌کند که تغییرات مساحت تاوه قطبی در نیمکره شرقی بر تغییر دمای شمال‌شرق ایران مؤثر است. لشکری (۱۳۸۷) در بررسی علل سینوپتیکی موج سرمای فراگیر آذر ماه ۱۳۸۲ در کشور، هماهنگی و انطباق سامانه‌ها در ترازهای زیرین و میانی جو را علت سرمای فراگیر در بخش اعظم کشور می‌داند و عامل اصلی افت دما نفوذ زبانه‌هایی از پرفشار سیبری در سطح زمین است که دراطراف دریاچه بایکال شکل گرفته است. علیجانی و هوشیار(۱۳۸۷) در بررسی الگوهای سینوپتیکی منجر به سرماهای شدید شمال غرب ایران، به این نتیجه رسیدند که در ۷۰ درصد از موارد سرماهای شدید رخ داده در شمال غرب ایران، اکثراً با استقرارناوه‌ای عمیق بر روی شمال ایران و قرار گرفتن منطقه در قسمت عقب آن و همچنین وجود یک پرفشار در سطح زمین رخ می‌دهد و در بقیه موارد، سرمایش تابشی سطح زمین عامل اصلی سرماهای شدید است. کاویانی و همکاران (۱۳۸۷)، رفتار زمانی – مکانی پرفشار سیبری در تراز دریا را شناسایی کردند. بررسی ایشان نشان داد، آرایش مکانی پرفشار سیبری از یک سو با موقعیت مکانی، وسعت و شدت کم‌فشار جنب قطبی وابسته است و از سوی دیگر به فلات تبت و پامیر بستگی دارد. به همین دلیل پرفشار سیبری شکلی همانند مثلث نامنظم دارد. بر این اساس نقش پرفشار سیبری در آب و هوای ایران در نیمه سرد سال، نه تنها به شدت این سامانه بلکه به شدت کم فشار جنب قطبی و به تبع آن رانده شدن پرفشار سیبری و زبانه‌های آن به داخل ایران بستگی دارد. فتاحی وصالحی پاک (۱۳۸۸) الگوهای سینوپتیکی یخبندان‌های زمستانه ایران را مورد ارزیابی قراردادند وبه این نتیجه رسیدند که تیپ‌های هوای پرفشار اروپای شمالی، پرفشار سیبری و پرفشار اروپای شرقی، بیشترین تـأثیر را دررخداد یخبندان‌های شدید و فراگیر ایران داشته‌اند، به‌طوری که این تیپ‌های هوا، جریانات هوای سرد قطبی را از عرض‌های بالا به سوی عرض‌های پایین منتقل کرده و به دنبال آن یخبندان‌های شدید و فراگیر در ایران به وقوع می‌پیوندد. مسعودیان ودارند(۱۳۹۰) دربررسی سرماهای فرین ایران به این نتیجه رسیدند که سرماهای فرین ایران حاصل ۵ الگوی گردشی پر فشار سیبری، اروپا، پرفشار سیبری ـ کم فشار ایسلند، پرفشار سیبری، پرفشار شمال خزر ـ سیبری و پرفشار شمال خزر می‌باشند. ایشان همچنین تأکید داشتند سامانه پرفشار سیبری نقش مهمی درشکل‌گیری رخداد سرماهای فرین ایران دارد و نیز شدت سرما در الگوی پرفشار سیبری بیشتر از دیگر

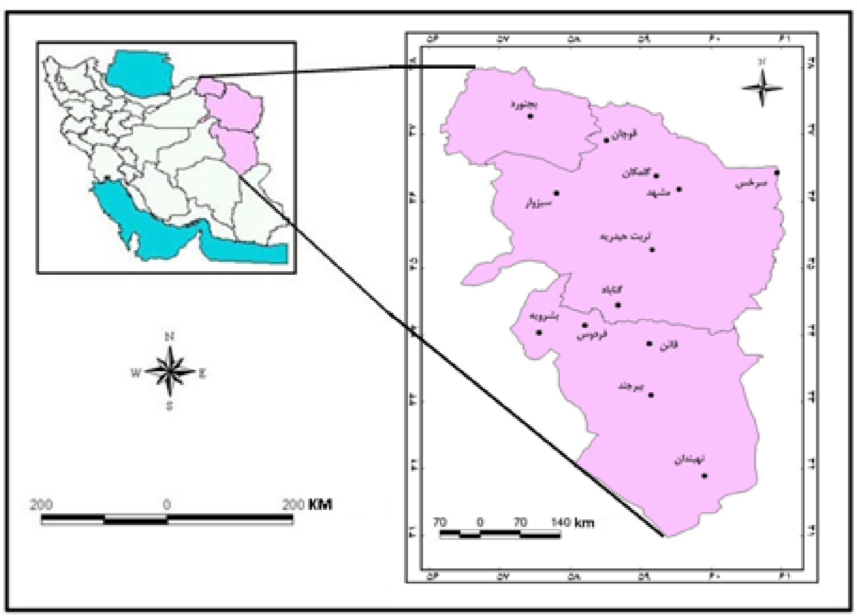
الگوهاست. در این مقاله به بررسی و تحلیل الگوهای سینوپتیکی مؤثر پروقوع موج‌های سرما در شمال‌شرق ایران پرداخته‌ایم.

مواد وروش‌ها

هدف از مطالعات همدید، تبیین اندرکنش‌های کلیدی میان جوومحیط سطحی می‌باشد (یارنـال[۱]،۱۹۹۳ : ۷). از این رو برای انجام این تحقیق همانند تمامی مطالعات همدید، دو نوع داده استفاده شد: یکی داده‌های سطحی و دیگری داده‌های جو بالا. داده‌های سطح زمین شامل دمای حداقل روزانه ماه‌هـای مهـر تـا اسـفند در ۱۳ ایسـتگاه سینوپتیک هواشناسی به شرح جدول شماره ۱ در منطقه شمال‌شرق ایران طی دوره آمـاری ۸۹–۱۳۶۸ از سـازمان هواشناسی کشور گردآوری گردید.

جدول۱ ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	بجنورد	بشرویه	بیرجند	تربت ح	سبزوار	سرخس	فردوس	قائن	قوچان	گلمکان	گناباد	مشهد	نهبندان
طول	۵۷/۱۹	۵۷/۲۷	۵۹/۱۲	۵۹/۱۳	۵۷/۴۳	۶۱/۱۰	۵۸/۱۰	۵۹/۱۰	۵۸/۳۰	۵۹/۱۷	۵۸/۴۱	۵۹/۳۸	۶۰/۲
عرض	۳۷/۲۸	۳۳/۵۴	۳۲/۵۲	۳۵/۱۶	۳۶/۱۲	۳۶/۳۲	۳۴/۱	۳۳/۴۳	۳۷/۴	۳۶/۲۹	۳۴/۲۱	۳۶/۱۶	۳۱/۳۲
ارتفاع	۱۱۱۲	۸۸۵	۱۴۹۱	۱۴۵۰	۹۷۷/۶	۲۳۵	۱۲۹۳	۱۴۳۲	۱۲۸۷	۱۱۷۶	۱۰۵۶	۹۹۹/۲	۱۲۱۱



شکل۱ موقعیت ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

---

۱ Yarnal

متغیرهای جو بالا، داده‌های ارتفاع سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال و داده‌های فشارسطح دریا(slp) برحسب هکتوپاسکال برای روزهای بسیار سرد را در برمی‌گیرد. داده‌های این متغیرها از سایت مرکز ملی پیش‌بینی محیطی آمریکا (NCEP/NCAR) به صورت رقومی و با دقت مکانی۲/۵ ×۲/۵ درجه استخراج شدند. محدوده مورد مطالعه ۱۰ تا ۶۰ درجه عرض شمالی و ۱۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی انتخاب گردید. در همه مطالعات همدید دو رویکرد عمده مورد توجه است. در این مطالعه رویکرد محیطی به گردشی از تحلیل‌های سینوپتیک مورد نظر است. یکی از شاخه‌های مهم اقلیم شناسی همدید، شناسایی حالت‌های فرین ویژگی‌های محیطی مانند آلودگی هوا، سیل، طوفان و سرمای شدید و تعیین الگوهای گردشی مسبب آنها است(علیجانی،۱۳۸۵: ۲۰۲).دراین مطالعه جهت شناسایی و تحلیل سرماهای شدید رخ داده و بررسی الگوهای گردشی مؤثر برآنها دو روش آماری و سینوپتیکی مورد استفاده قرار گرفت. ابتدا سری‌های زمانی دماهای حداقل روزانه ماه‌های مهر تا اسفند در دوره ۸۹–۱۳۶۸، به نمره استاندارد(Z) تبدیل شدند. دردوره مورد مطالعه روزی به عنوان روز سرمای شدید انتخاب شد که در تمام ایستگاه‌های منطقه، نمره استاندارد دمای حداقل کمتر از۱/۲– را دارد(علیجانی،۱۳۸۷ : ٤). براساس آستانه در نظر گرفته شده، از بین حدود ۳۹۰۰ روز، ۲۰۳ روز به عنوان روزهای نمونه(سرمای شدید و فراگیر) انتخاب شدند. از آنجاکه رخداد پدیده‌های محیطی نظیر امواج سرمایی و یخبندان درارتباط با تکرار سیستم‌های سینوپتیکی و تیپ‌های هواست(فتاحی، ۱۳۸۸: ۲۸) و تکرار، تداوم وتغییر سیستم‌ها از طریق فرآیند طبقه‌بندی یا تعیین الگوهای هوا شناسایی می‌شوند (هوث[۱]،۱۹۹٦ :۸۹۸، به نقل از فتاحی،۱۳۸۸)، برای حصول به هدف مورد نظر در این تحقیق، شناسایی سیستم‌های سینوپتیکی منجر به رخداد امواج سرمایی منطقه شمال‌شرق ایران، از روش تحلیل مؤلفه‌اصلی و خوشه‌بندی انجام گرفت. بدین منظور، برای روزهای منتخب، با استفاده از داده‌های رقومی ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در محدوده ۱۰ تا ٦۰ درجه عرض شمالی و ۱۰ تا ۸۰ درجه طول شرقی، ماتریسی به ابعاد ۲۰۳× ٦۰۹ تهیه گردید. درمرحله بعد، به دلیل تعداد زیاد روزها که کار تحلیل و تفسیر نقشه‌ها را مشکل می‌ساخت، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌اصلی، نقاط وابسته به هم ادغام و ابعاد ماتریس کاهش داده شد. درتحقیق حاضر، روش تحلیل مؤلفه‌اصلی با آرایه S و چرخش واریماکس به کار گرفته شد. عامل‌هایی که بیش از ۷۷ درصد واریانس داده‌ها را توجیه می‌کردند (۷ عامل)انتخاب شدند(جدول۲). دراین فرایند آستانه انتخاب هر عامل، داشتن حداقل ارزش ویژه یک و حداقل قدرت تبیینی ۵ درصد از واریانس کل داده‌ها به وسیله هرکدام ازعامل‌هاست.

جدول۲ توزیع واریانس تحلیل عاملی

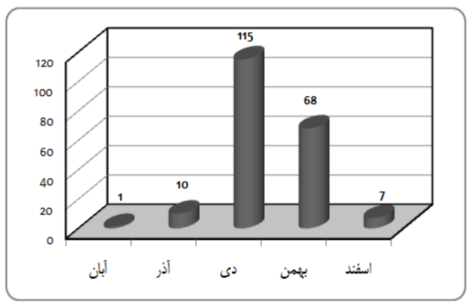
مؤلفه	۱	۲	۳	٤	۵	٦	۷
واریانس	۲۱	۱۹	۹/۳	۸/۸	۷/٦	٦/۳	۵/۱
واریانس تجمعی	۲۱	٤۰	٤۹/۳	۵۸/۱	٦۵/۷	۷۲	۷۷/۱

۱ Huth

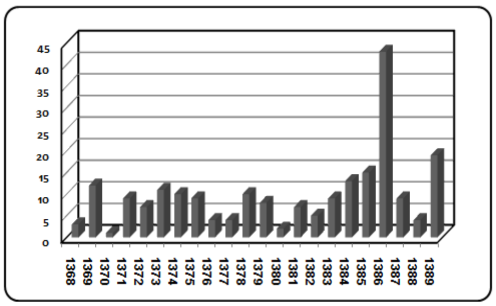
در ادامه از این مؤلفه‌ها برای خوشه‌بندی روزهای منتخب استفاده شد. و داده‌های ارتفاع ژئوپتانسیل مربوط به روزهای نمونه بر اساس نمرات عاملی آنها با روش آماری خوشه‌بندی[1] و با استفاده ازروش ادغام وارد[2] بـه ٦ گـروه یـا الگـو تقسـیم شـدند. در مرحله آخرنقشه‌های میانگین برای داده‌های فشار سطح دریا و ارتفاع ژئوپتانسیل سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال تهیه گردید.

بحث و نتایج

در بین ماه‌های مورد بررسی(شش ماهه سرد سال)، بیشترین سهم از روزهای بسیار سرد(۵۷ درصد) مربوط به دی‌ماه با ۱۱۵ روز،۳۳ درصد مربوط به بهمن ماه (٦٨روز)، ۵ درصد مربوط به ماه آذر با ۱۰ روز و۵درصدباقیمانده مربوط به آبان ماه (۱روز) و اسفندماه (۷ روز)می باشد (شکل۲). در سال‌های مورد مطالعه، سال ۱۳۸٦ بـا ٤۳ روز، بیشـترین سـهم را از ۲۰۳ روز منتخب دارا بوده است. در سال ۱۳۸٦،حدود یک ماه و نیم در تمام نقاط منطقه دماهای حداقل بحرانی گـزارش شده است(شکل۳).براساس جدول ۳، دراکثر ایستگاه‌های مورد مطالعه رکورد جدیدی ازبرودت به ثبت رسیده است.



شکل۲ سهم هر ماه از تعداد روزهای منتخب



شکل۳ سهم هر سال از روزهای منتخب

جدول ۳ حداقل دمای ثبت شده هر یک از ایستگاه‌های منطقه (دوره آماری ۸۹–٦٨)

ایستگاه	حداقل دمای ثبت شده(c)	سال شمسی		
		روز	ماه	سال
بجنورد	-۲۵	۹	دی	۱۳۶۹
بشرویه	-۲۰/۸	۳	بهمن	۱۳۸۶
بیرجند	-۲۱/۵	۲۶	دی	۱۳۷۱
تربت حیدریه	-۲۴/۶	۳۰	دی	۱۳۸۶
سبزوار	-۲۰/۸	۱۸-۱۷	بهمن	۱۳۸۶
سرخس	-۲۲/۴	۴	بهمن	۱۳۸۶
فردوس	-۲۰/۶	۳۰	دی	۱۳۸۶
قائن	-۲۷/۲	۳۰	دی	۱۳۸۶
قوچان	-۲۵/۴	۱۸	دی	۱۳۸۶
گلمکان	-۲۲	۲۴	دی	۱۳۸۶
گناباد	-۱۹/۶	۱۸	دی	۱۳۸۶
مشهد	-۲۱	۱۸	دی	۱۳۸۶
نهبندان	-۱۲/۴	۲۵	دی	۱۳۷۴

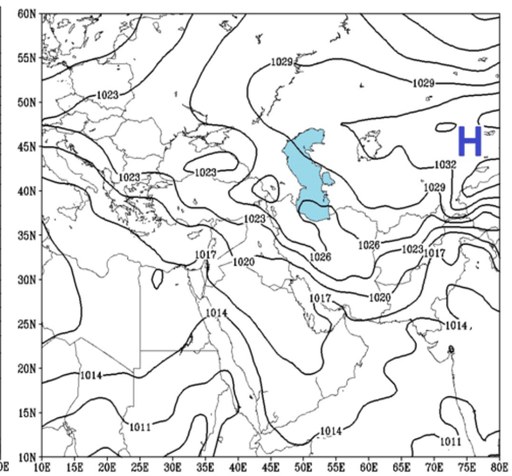
1 clustering
2 ward

با انجام تحلیل خوشه ای بر روی ارتفاع ژئوپتانسیل تراز۵۰۰ هکتوپاسکال طی۲۰۳ روز نمونه، ٦ الگوی فشار در مسبب امواج سرمایی در منطقه شمال‌شرق ایران شناسایی شدندکه در زیر به بررسی آنها پرداخته می‌شود.

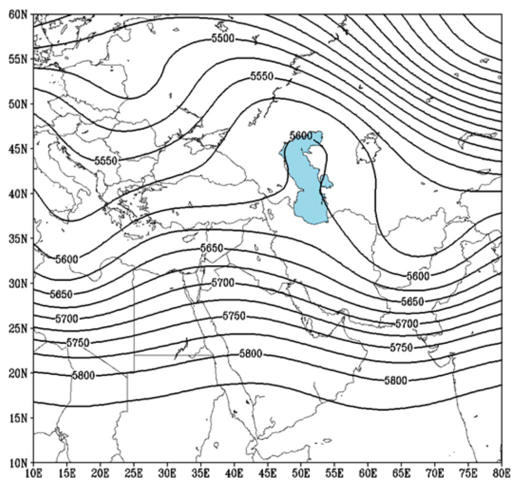
الگوی ۱: این الگو، شامل ۲۲ روز از روزهای منتخب دارای دماهای حداقل فرین می‌باشد و۲۱درصد واریانس را توجیه می‌کند. در بین ماه‌های مورد بررسی، بیشترین فراوانی وقوع این الگو مربوط به ماه دی می‌باشد(جدول ٤). بررسی نقشه میانگین فشار سطح دریا (شکل ٤)،نشان دهنده گسترش فرابارسیبیری به روی خراسان است. فشار مرکزی این فرابادرر شمال‌شرق دریاچه بایکال برابر با ۱۰۳۵ هکتوپاسکال است. وجود این پرفشار و گستردگی آن در جهت شمال‌شرقی – جنوب غربی باعث حرکت واچرخندی و ریزش هوای سرد و خشک به منطقه مورد مطالعه شده است. نقشه تراز۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۵)، بیانگر وجود ناوه‌ای در شمال دریای سیاه و مدیترانه و نیز پشته‌ای قوی که محور آن در امتداد شمالی – جنوبی از شمال دریای خزر تا شمال اروپا و عرض‌های جنب قطبی کشیده شده است و نیز ناوه‌ای واقع در شرق ایران که محور آن با جهت شمالی - جنوبی از شرق دریاچه آرال تا جنوب شرق ایران کشیده شده است. منطقه مورد مطالعه در قسمت پشت ناوه شرقی و جلوی پشته شمال خزر قرار دارد. گردش واچرخندی پشت تراف همراه با جریانات شمالی، باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالاتر به منطقه مورد مطالعه در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال شده است. گسترش فرابار سیبری در شمال‌شرق کشور و استقرار فراز بادهای غربی که پیشاپیش آن حاوی هوای سرد می‌باشد بر شدت فعالیت واچرخندی افزوده شده و مدت فعالیت و تداوم سرما را افزایش داده است. همراهی الگوهای دو سطح میانی و تراز پایین باعث وقوع امواج سرما و ثبت دماهای حداقل فرین در منطقه مورد مطالعه شده است.

الگوی ۲ : تعداد ۳۷ روز از روزهای مورد بررسی از الگوی ۲ پیروی می‌کنند و شامل۱۹درصد واریانس است، بیشترین فراوانی وقوع این الگو نیز مربوط به دی‌ماه می‌باشد (جدول۵). بررسی نقشه متوسط فشار سطح دریا(شکل ٦) نشان می‌دهد، گسترش زبانه فرابار سیبری بافشار مرکزی ۱۰۳۸هکتوپاسکال از جنوب دریاچه بایکال، باعث شده بخشی از وسعت ایران را در بربگیرد. گسترش شمال‌شرقی ـ جنوب‌غربی این پرفشارباعث شده تا هم فشار ۱۰۲۹هکتوپاسکال منطقه مورد مطالعه را فرا بگیرد. فرابار با حرکت واچرخندی خود هوای سرد محدوده سیبری را به منطقه مورد مطالعه انتقال می‌دهد. بررسی نقشه سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۷) مبین تشکیل پشته قوی با محور شمالی ـ جنوبی در شرق دریای مدیترانه و دریای سیاه می‌باشد که محور این پشته تا عرض‌های جنب قطبی در اروپای شرقی ادامه می‌یابد. عمق این پشته و فرارفت هوای سرد جنب قطبی در قسمت شرقی آن، باعث عمیق شدن ناوه واقع در سیبری (شرق آرال) تا عرض‌های جنوبی شده است. امتداد محور این

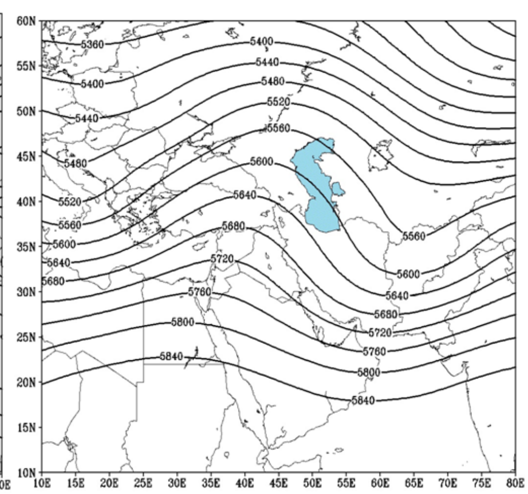
ناوه با جهت شمالی ـ جنوبی تا جنوب خراسان تداوم یافته است. منطقه مورد مطالعه در قسمت جلـوی پشـته و عقب ناوه، محل گردش واچرخندی و ریزش هوای سرد شمالی محدوده جنب قطبی اسـت. الگـوی تـراز میـانی (۵۰۰ هکتوپاسکال) و نحوه آرایش خطوط هم‌فشار آن، باعث تقویت شرایط در تراز پـایینی شـده و بـه افـزایش شدت پرفشار سیبری کمک می‌کند. جریانات دو سطح زیرین و میانی در منطقه مورد مطالعه، بخوبی وقـوع مـوج سرما در خراسان را توجیه می‌کند.



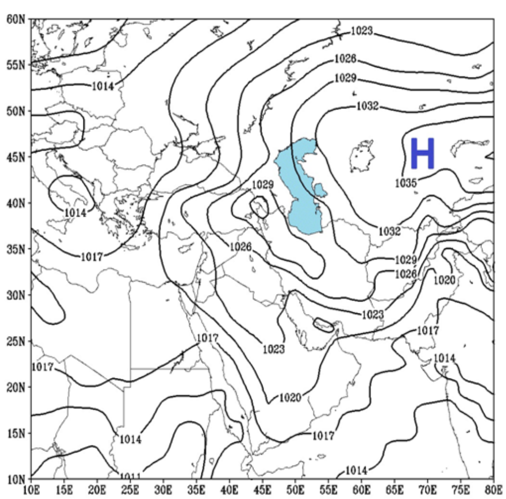
شکل ٤ نقشه فشار سطح دریا در الگوی ۱



شکل ۵ نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی۱



شکل ٦ نقشه فشار سطح دریا در الگوی ۲



شکل ۷ نقشه ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی۲

جدول ٤ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی ۱

حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال
-۱۳	۱٤	دی	۱۳۷۷
-۲۲/۲	۱۸	بهمن	۱۳۸٦
-۱۱/٦	۲۱	دی	۱۳۷۲
-۱۲/۸	۲۱	دی	۱۳۷٤
-۱۲	۲۱	دی	۱۳۷۸
-۱۲/۲	۲۲	دی	۱۳۷۲
-۱۳/۲	۲۲	دی	۱۳۷٤
-۱۲	۲۲	دی	۱۳۷۸
-۱۱/۸	۲۳	دی	۱۳۷۲
-۱۱/۸	۲۳	دی	۱۳۷٤
-۱۳/٤	۲۳	دی	۱۳۷۸
-۱٥/۸	۲٤	دی	۱۳۷٤
-۱۳	۲٤	دی	۱۳۷۸
-۲۳	۲٥	دی	۱۳۷٤
-۱۳/۸	۲٥	دی	۱۳۷۸
-۱۱/۸	٤	دی	۱۳۸۹
-۱۱/۲	٥	دی	۱۳۸۹
-۱۰/٦	٦	بهمن	۱۳۷٤
-۱۱/٤	٦	دی	۱۳۸۹
-۱۲/۲	۷	دی	۱۳۸۹
-۱۱/۲	۸	دی	۱۳۸۹
-۱۱	۹	دی	۱۳۸۹

جدول ٥ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی ۲

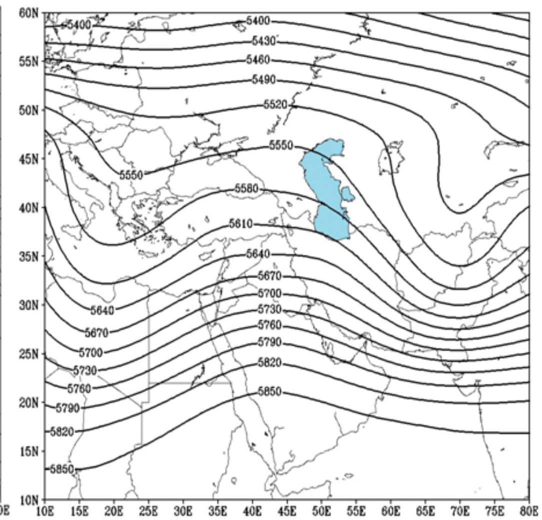
حداقل دما	تاریخ شمسی			حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال		روز	ماه	سال
-۱۲/٤	۱۰	دی	۱۳۸٤	-۱٤	۲٤	بهمن	۱۳٦۹
-۱۳/۲	۹	دی	۱۳۸٤	-۱٦/٦	۲٥	بهمن	۱۳٦۹
-۱٤	۱۱	دی	۱۳۸٤	-۱۳/۸	۲٦	بهمن	۱۳٦۹
-۱۳/٤	۱٦	دی	۱۳۸٤	-۹	۳	دی	۱۳۷۳
-۱٦	۲۷	دی	۱۳۸٤	-۹	٥	دی	۱۳۷۳
-۱۲/٤	۲۸	دی	۱۳۸٤	-۱۰/۸	٦	دی	۱۳۷۳
-۱۲/۸	۲۹	دی	۱۳۸٤	-۹/۸	۸	اسفند	۱۳۷۳
-۱۲/۸	۳۰	دی	۱۳۸٤	-۱٥	۱۳	دی	۱۳۷۷
-۱٤/٦	۹	دی	۱۳۸٥	-۱۲/۸	۱۳	بهمن	۱۳۷۹
-۱۲	۱۰	دی	۱۳۸٥	-۱۳/۸	۹	بهمن	۱۳۷۹
-۱۰	۱۱	دی	۱۳۸٥	-۱۷/٦	۱۰	بهمن	۱۳۷۹
-۱٦/٦	۱۲	دی	۱۳۸٥	-۲۰	۱۱	بهمن	۱۳۷۹
-۱۷	۱۳	دی	۱۳۸٥	-۱٦	۱۲	بهمن	۱۳۷۹
-۱۱	۳	دی	۱۳۸٦	-۱۳	۱٥	آذر	۱۳۸۱
-۱۳/٤	۲٦	دی	۱۳۸۷	-۱۷/۲	۱٤	آذر	۱۳۸۱
-۱٤/۸	۲۷	دی	۱۳۸۷	-۹	۱٦	آذر	۱۳۸۱
-۱۰/۲	۲۱	دی	۱۳۸۸	-۹/٦	۸	دی	۱۳۸۱
-۱۱/٦	۲٦	بهمن	۱۳۸۸	-۹/٦	۹	دی	۱۳۸۱
				-۸/۲	۱۱	بهمن	۱۳۸۲

الگوی۳: سومین الگوی شناسایی شده شامل ۳۹ روز می‌باشدکه۹/۳ درصدواریانس راتوجیه می‌نماید. در بین ماه‌های مورد بررسی، بیشترین فراوانی ازآن ماه بهمن می‌باشد(جدول٦). فرابار سیبری با فشار مرکزی ۱۰۳۸ هکتوپاسکال در شرق دریاچه آرال (شکل ۷) تا شرق دریای سیاه گسترش دارد و برروی ارتفاعات شمال غرب ایران و ارتفاعات آرارات به دلیل ارتفاع زیاد منطقه و سرمایش سطح زمین نیز یک فرابارمحلی تشکیل و با فرابار

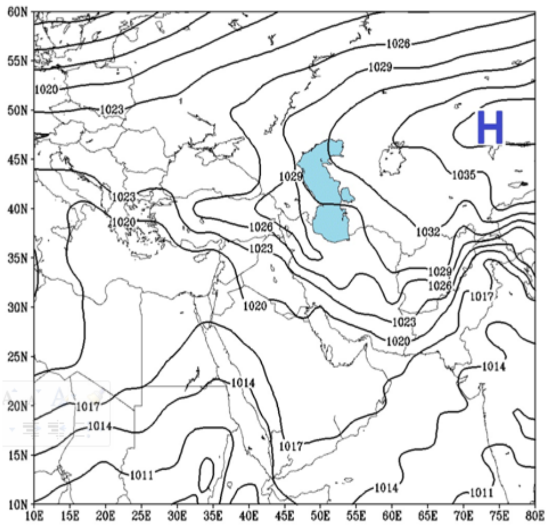
سیبری ادغام گردیده که باعث تشکیل فرابار سراسری شده است. جهت گسترش این فرابار شمال‌شرق – جنوب غربی بوده و با توسعه خود پهنه وسیعی از ایران از جمله منطقه شمال‌شرق را تحت حاکمیت خود در آورده است به طوری که هم‌فشار ۱۰۲۹ هکتوپاسکالی این پرفشار از منطقه مورد مطالعه گذشته است. در نقشه تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۸)، وجود پشته‌ای در شمال سیبری که محور این پشته در شمال دریاچه آرال قرار دارد و جهت آن شمالشرق ـ جنوب‌غربی است و نیز وجود ناوه‌ای دیگر در شرق دریاچه آرال، باعث ایجاد جریانات شمالی در پشت ناوه و فرارفت هوای سرد عرض‌های بالا به منطقه مورد نظر که در قسمت عقب ناوه قرار دارد، شده است. فشردگی خطوط ارتفاعی در پشت ناوه، وزش بادهای شدید شمالی به منطقه را در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال نشان می‌دهد. در این الگو، آرایش توپوگرافی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و ریزش هوای سرد عرض‌های بالا در قسمت عقب ناوه شرق آرال، باعث تقویت بیشتر فرابار سیبری و گسترش آن به سمت خراسان شده است.

الگوی٤: این الگو دارای بیشترین فراوانی در بین الگوهای شناسایی شده می‌باشد. به طوری که تعداد ٤٥ روز از روزهای مورد بررسی از این الگو پیروی می‌کنند. در بین ماه‌های مورد بررسی، بیشترین فراوانی این الگو مربوط به دی ماه، آذر ماه می‌باشد(جدول۷) این الگو ۸/۸ درصد از واریانس را تبین می‌کند. درنقشه متوسط فشار سطح دریا (شکل ۹)، کمربندی از سلول‌های پرفشار در عرض‌های ۳۵ تا ٤٥ درجه شمالی دیده می‌شود به‌طوری که، فرابار سیبری با فشار مرکزی ۱۰۳۵ هکتوپاسکال که در شرق دریاچه آرال دیده می‌شود، در راستای شمال‌شرقی – جنوب‌غربی گسترش یافته و زبانه‌های آن بخش‌های شمال‌شرق و شرق ایران را در برگرفته است. پرفشاردیگری ازسمت اروپای شمالی با مرکزیت ۱۰۲۹ هکتوپاسکال درراستای شمال‌غرب - جنوب شرق گسترش یافته و بخش‌هایی از شمال‌غرب و غرب ایران را دربر گرفته است. همچنین زبانه‌های این پرفشار با فرابار سیبری ادغام شده و گستره وسیعی از ایران را پوشش داده است. منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر زبانه‌های فرابار سیبری می‌باشد. این پرفشار با حرکت واچرخندی باعث ایجاد جریانات شمالی و شمال‌شرقی و نفوذ هوای سردو خشک به منطقه مورد مطالعه شده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ۱۰)، پشته شرق اروپا با محورشمالی– جنوبی، از غرب دریای مدیترانه تا عرض‌های جنب قطبی و در ضلع شرقی خود با تقویت مؤلفه نصف النهاری باعث گسترش ناوه به عرض‌های پایین‌تر شده است به طوری که ناوه‌ای با محور شمال – جنوب درخارج از مرز شرقی کشور بر روی افغانستان و پاکستان مشاهده می‌شود. با توجه به شرایط تراز ۵۰۰ هکتوپاسکالی، ریزش هوای سرد از قسمت شرقی پشته اروپا، توسط جریانات شمال غربی، بر روی منطقه مورد تأیید می‌باشد که این شرایط باعث

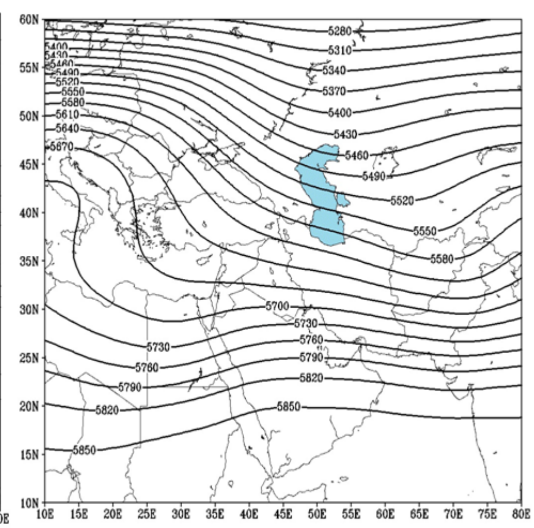
تشـدید و تقـویت شرایط تراز پایین و وقـوع سرمای شدید در منـــطقه مورد مطالعه شده، به طـوری کـه رخـداد این الگو باعث وقـوع دمـاهای کـمتر از ۲٤- درجه در خراسان شده است.



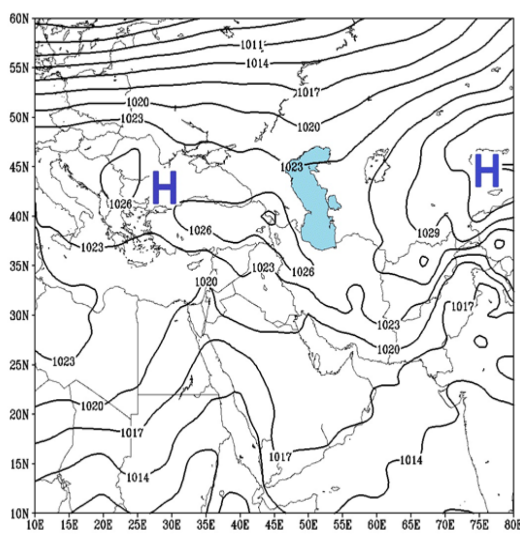
شکل ۷ نقشه متوسط فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) در الگوی ۳



شکل ۸ نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی۳



شکل ۹ نقشه متوسط فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) در الگوی٤



شکل ۱۰ نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی٤

جدول ٦ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی۳

حداقل دما	تاریخ شمسی			حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال		روز	ماه	سال
-۱۶/۶	۲۲	بهمن	۱۳۸۶	-۱۱	۲۵	آذر	۱۳۶۹
-۱۵/۸	۲۱	بهمن	۱۳۸۶	-۱۴/۶	۱	اسفند	۱۳۷۲
-۱۷/۲	۲۰	بهمن	۱۳۸۶	-۱۰	۲	اسفند	۱۳۷۲
-۲۰/۴	۱۹	بهمن	۱۳۸۶	-۹	۱۳	دی	۱۳۷۱
-۲۴	۱۷	بهمن	۱۳۸۶	-۱۵	۸	دی	۱۳۶۹
-۱۹/۲	۱۶	بهمن	۱۳۸۶	-۱۵/۸	۷	دی	۱۳۶۹
-۲۰/۲	۱۵	بهمن	۱۳۸۶	-۱۲	۵	اسفند	۱۳۷۶
-۱۸/۶	۱۴	بهمن	۱۳۸۶	-۹	۱۹	دی	۱۳۷۳
-۱۲/۸	۱۳	بهمن	۱۳۸۶	-۱۶/۶	۲۳	آذر	۱۳۸۲
-۲۲/۶	۶	بهمن	۱۳۸۶	-۱۰/۲	۱۲	اسفند	۱۳۸۱
-۲۲	۵	بهمن	۱۳۸۶	-۱۴/۸	۱۳	آذر	۱۳۸۱
-۲۲/۴	۴	بهمن	۱۳۸۶	-۹	۱۸	بهمن	۱۳۸۰
-۲۳/۲	۳	بهمن	۱۳۸۶	-۱۳	۲۱	بهمن	۱۳۷۸
-۲۵	۲	بهمن	۱۳۸۶	-۱۱	۲۲	بهمن	۱۳۷۸
-۲۲	۱	بهمن	۱۳۸۶	-۱۱	۲۹	بهمن	۱۳۸۳
-۲۷/۲	۳۰	دی	۱۳۸۶	-۱۱	۳۰	بهمن	۱۳۸۳
-۲۵	۲۹	دی	۱۳۸۶	-۱۱/۲	۱	اسفند	۱۳۸۳
-۱۰	۱۲	دی	۱۳۸۶	-۱۵/۸	۱۵	دی	۱۳۸۴
-۱۳	۱۱	دی	۱۳۸۶	-۱۱/۲	۳	بهمن	۱۳۸۴
				-۱۵/۴	۲۳	بهمن	۱۳۸۶

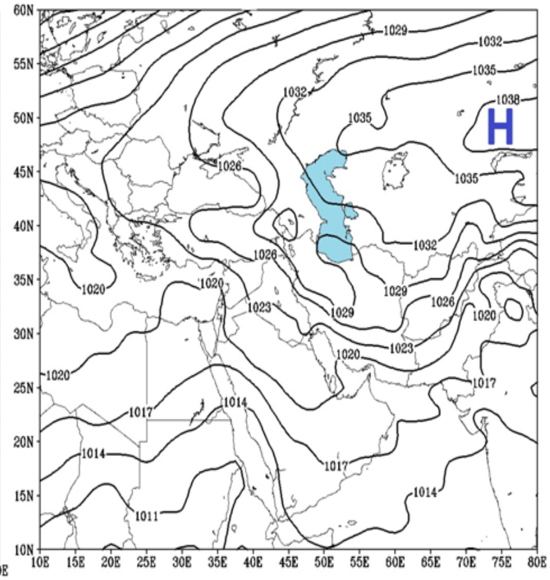
جدول ۷ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی ٤

حداقل دما	تاریخ شمسی			حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال		روز	ماه	سال
-۱۲	۲۱	بهمن	۱۳۷۵	-۱۲	۲۳	دی	۱۳٦۸
-۱۳	۲۲	بهمن	۱۳۷۵	-۱۲/۸	۲٤	دی	۱۳٦۸
-۱۱/٦	۲۳	بهمن	۱۳۷۵	-۹	۱۹	آذر	۱۳۷۳
-۸/۲	۱٤	آذر	۱۳۸۳	-۹	۲۰	آذر	۱۳۷۳
-۸/٦	۱۵	آذر	۱۳۸۳	-۱۱	۱۸	آذر	۱۳۷۳
-۱۳	۲۱	آذر	۱۳۸۲	-۱۱/٦	۱٦	بهمن	۱۳۷۲
-۱۸/۲	۲۲	آذر	۱۳۸۲	-۹/٦	۱۰	آذر	۱۳۷۲
-۸/۲	۳	بهمن	۱۳۷۹	-۲۰	۲	بهمن	۱۳۷۱
-۹/۲	٤	بهمن	۱۳۷۹	-۱۹/٦	۱	بهمن	۱۳۷۱
-۱۱/٤	۱۵	دی	۱۳۷۷	-۲۱/٦	۳۰	دی	۱۳۷۱
-۱۲/٤	۱٦	دی	۱۳۷۷	-۱۳/٦	۲۹	دی	۱۳۷۱
-۱٤/۲	۱٤	آذر	۱۳۸۵	-۲۱	۲۸	دی	۱۳۷۱
-۱٤	۱۵	آذر	۱۳۸۵	-۲۳	۲۷	دی	۱۳۷۱
-۱۰/۸	۱٦	آذر	۱۳۸۵	-۲۲	۲٦	دی	۱۳۷۱
-۷	۲۰	دی	۱۳۸۵	-۱۲/٦	۲۳	دی	۱۳٦۹
-۱۰/۸	۲٦	دی	۱۳۸۵	-۱۱	۲۲	دی	۱۳٦۹
-۹	۲	دی	۱۳۸۹	-۱٦/٤	۱۱	دی	۱۳٦۹
-۱۲	۳	دی	۱۳۸۹	-۱۵/٦	۱۲	دی	۱۳٦۹
-۱۱/۲	۲۳	آبان	۱۳۸۷	-۲۵	۹	دی	۱۳٦۹
-۹/٤	۲٤	آبان	۱۳۸۷	-۲۲	۱۰	دی	۱۳٦۹
-۷/٤	۲۵	آبان	۱۳۸۷	-۱۱/٦	٤	اسفند	۱۳۷٦
-۱٦/٤	۹	دی	۱۳۸٦	-۱۳/۸	۲۹	بهمن	۱۳۷٦
				-۱۷	۲۰	بهمن	۱۳۷۵

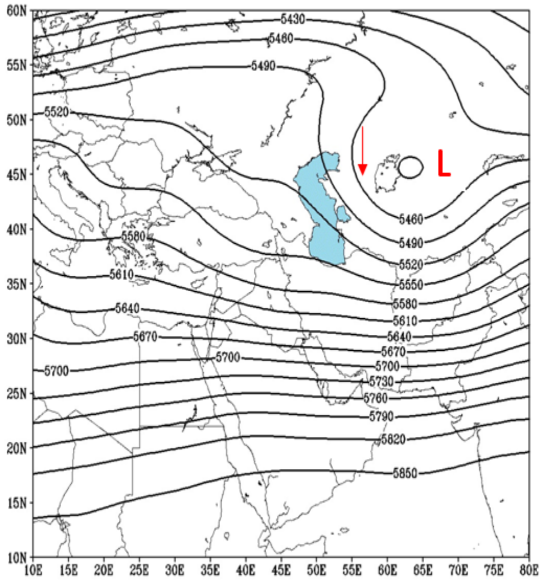
الگوی۵: تعداد ٤۰ روز از روزهای بسیار سرد متأثر از الگوی۵ می‌باشد و۷/٦ درصد از واریانس را توجیه می‌کند. این الگو را می‌توان سردترین الگو در بین ٦ الگوی شناسایی شده معرفی نمود. یکی دیگر از خصوصیات این الگو، تداوم و ماندگاری سرما در هنگام وقوع آن می‌باشد. به‌طوری که، چندین روز، کل منطقه دماهای بسیار پایین را تجربه کرده و در بسیاری از ایستگاه‌های مورد مطالعه پایین‌ترین حداقل دما به ثبت رسیده است. بیشترین فراوانی در مورد وقوع این الگو، مربوط به دی‌ماه می‌باشد(جدول ۸). درنقشه متوسط فشار سطح دریا (شکل۱۱) پرفشار سیبری با مرکزیت ۱۰٤۰ هکتوپاسکال واقع در شمال دریاچه بایکال، گسترش مداری به سمت غرب و

گسترش نصف‌النهاری به سمت جنوب داشته ، به طوری که زبانه‌های آن گستره وسیعی از ایران را در برگرفته است. جریانات شمالی و شمال‌شرقی ناشی از گردش واچرخندی این پرفشار هوای سرد عرض‌های بالا را به منطقه مورد مطالعه گسیل کرده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال درالگوی۵(شکل ۱۲)، پشته‌ای برجسته با محوریت شمال‌شرق – جنوب‌غربی بر روی شرق کوه‌های اورال مشاهده می‌گردد. که وجود جریانات شمالی در قسمت شرقی این پشته قوی، باعث فرارفت شدید هوای سرد و ریزش هوای سرد قطبی در پشت ناوه واقع در سیبری شده و در نتیجه باعث عمیق شدن این ناوه سرد به سمت عرض‌های پایین و گسترش آن بر روی ایران شده است. از طرفی گسترش پشته درشمال سیبری تا عرض‌های جنب قطبی و تقویت مؤلفه نصف‌النهاری در ضلع شرقی آن باعث تقویت مولفه نصف النهاری وایجاد مرکزکم‌ارتفاعی(سردچال) با ارتفاع ۵۴۳۰ ژئوپتانسیل متردر قسمت جنوبی پشته بادهای غربی واقع در شرق آرال شده است. عمیق شدن و ایستایی پشته اروپای شرقی بر روی این منطقه مانع از حرکت ناوه سیبری به سمت شرق شده و هوای سرد نواحی جنب قطبی به وسیله جریانات شمالی پشت ناوه (واقع در جنوب آرال تا جنوب شرق ایران) به منطقه مورد مطالعه ریزش می‌کند. ایستایی این الگو باعث تداوم سرما به مدت چندین روز در منطقه شده است. شدت یخبندان و وقوع حداقل دمای کمتر از ۲۶– درجه سانتیگراد در این الگو به وسیله فرود عمیق واقع در مرزهای شرقی ایران در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال و شدت پر فشار سیبری در نقشه متوسط سطح دریا قابل توجیه است.

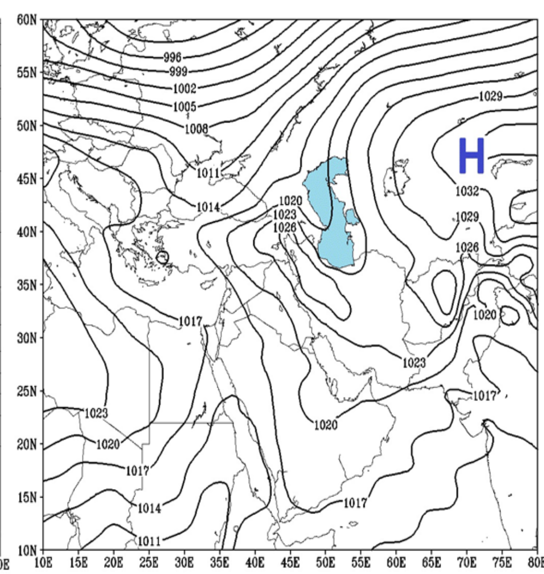
الگوی٦: این الگو دارای کمترین فراوانی روزها می‌باشد. به طوری که ۲۰ روز از روزهای مورد مطالعه از این الگو پیروی می‌کنند. دربین ماه‌های مورد بررسی، بیشترین فراوانی درمورد وقوع این الگو، مربوط به دی ماه می‌باشد نقشه متوسط فشار سطح دریا در الگوی ٦ (شکل۱۳)گسترش نصف‌النهاری فرابار سیبری به سمت عرض‌های جنوبی را نشان می‌دهد.ایران تا شرق عربستان تحت حاکمیت این پرفشار آسیایی می‌باشد. به طوری‌که پربند ۱۰۲۵ هکتوپاسکالی این پرفشار از منطقه مورد مطالعه می‌گذرد. مرکز این پرفشار ۱۰۳۵ هکتوپاسکال در شمال دریاچه بایکال قرار دارد. حرکت واچرخندی این پرفشار با جریانات شمال و شمال‌شرقی همراه بوده که باعث ریزش هوای سرد عرض‌های بالا به شمال‌شرق ایران شده است. در تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال (شکل ١٤)، ناوه کم‌عمقی با محور شمالی – جنوبی در شرق افغانستان و پاکستان وجود دارد. در این الگو تأثیر خطوط هم ارتفاع در سطح ۵۰۰ هکتوپاسکال در سرمای رخ داده در منطقه چندان زیاد نیست. بنابراین احتمال می‌رود سرمای منطقه در نتیجه سرمایش سطح زمین و ارتفاع زیاد در برخی نقاط منطقه باشد. شکل ۱۵ درصد فراوانی هر یک از الگوهای گردشی شناسایی شده در منطقه شمال‌شرق ایران را نشان می‌دهد.



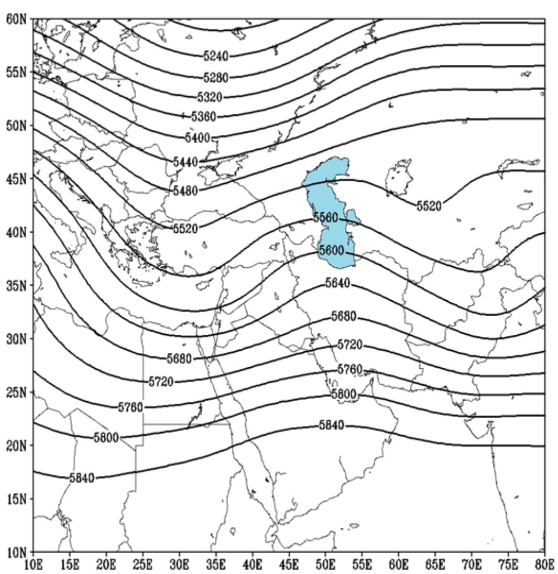
شکل ۱۱ نقشه متوسط فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) در الگوی۵



شکل ۱۲ نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی۵



شکل ۱۳ نقشه متوسط فشار سطح دریا (هکتوپاسکال) در الگوی٦



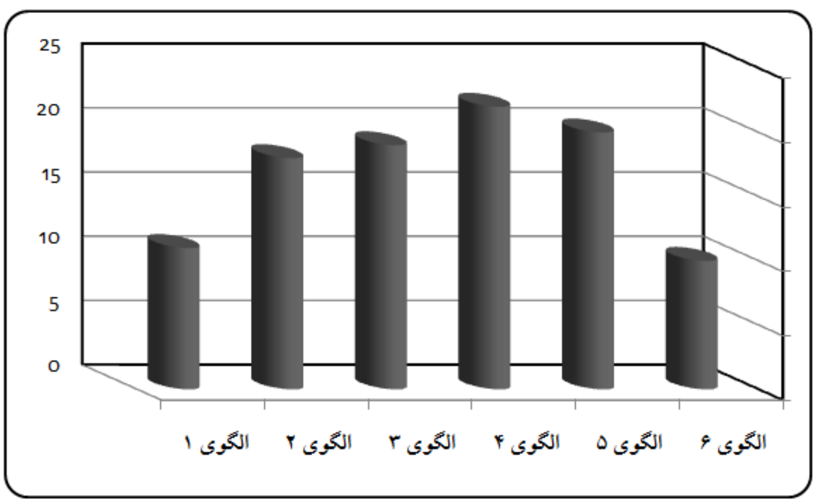
شکل١٤ نقشه متوسط ارتفاع ژئوپتانسیل ۵۰۰ هکتوپاسکال در الگوی٦

جدول ٨ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی٥

حداقل دما	تاریخ شمسی			حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال		روز	ماه	سال
-١٣	٢٩	آذر	١٣٨٧	-١٥	١٧	آذر	١٣٧٣
-١١/٦	٣٠	آذر	١٣٨٧	-١٣	٢٩	بهمن	١٣٧١
-١٧/٤	٩	بهمن	١٣٨٦	-١٨/٢	١٤	بهمن	١٣٧٥
-١٨	١٠	بهمن	١٣٨٦	-١٥	١٥	بهمن	١٣٧٥
-٢٤	٢٨	دی	١٣٨٦	-١٤	١٦	بهمن	١٣٧٥
-٢٣/٤	٢٧	دی	١٣٨٦	-١١/٢	١٧	بهمن	١٣٧٥
-٢٤	٢٦	دی	١٣٨٦	-٢٢/٦	٢٦	دی	١٣٧٤
-١٩	٢٥	دی	١٣٨٦	-١٩	٢٧	دی	١٣٧٤
-٢٢/٢	٢٤	دی	١٣٨٦	-١٣	٢	بهمن	١٣٧٤
-٢٤/٦	٢٣	دی	١٣٨٦	-٩	٨	بهمن	١٣٧٤
-١١/٨	٢٢	دی	١٣٨٦	-١٥/٦	٧	بهمن	١٣٧٩
-٢١	٢١	دی	١٣٨٦	-٩	٢٦	دی	١٣٧٨
-٢٣	٢٠	دی	١٣٨٦	-١٧	٢٤	دی	١٣٨٢
-٢٥	١٩	دی	١٣٨٦	-١٨	٢٦	دی	١٣٨٣
-٢٦	١٨	دی	١٣٨٦	-١٦/٦	٢٧	دی	١٣٨٣
-١٦	١٧	دی	١٣٨٦	-١٦	١٢	دی	١٣٨٤
-١٣/٢	١٠	دی	١٣٨٦	-١٦/٦	١٣	دی	١٣٨٤
-١٥	٨	دی	١٣٨٦	-١٦/٨	١٤	دی	١٣٨٤
-١٤	٧	دی	١٣٨٦	-١٠/٨	١٩	بهمن	١٣٨٨
-١٣/٦	٦	دی	١٣٨٦	-١٠/٦	20	بهمن	١٣٨٨

جدول ٩ روزهای تشکیل‌دهنده الگوی ٦

حداقل دما	تاریخ شمسی		
	روز	ماه	سال
-١٤/٢	٨	بهمن	١٣٦٨
-١٣/٦	٢٨	بهمن	١٣٧٠
-١٠/٦	٢٨	دی	١٣٧٦
-١٠/٢	٢٥	بهمن	١٣٧٥
-٧/٢	٨	دی	١٣٧٣
-٨/٨	٧	دی	١٣٧٣
-١٦	٢٤	آذر	١٣٨٢
-٨/٢	٣٠	دی	١٣٨٠
-١٣/٤	٢٠	بهمن	١٣٧٨
-٨/٢	٥	بهمن	١٣٧٨
-٩/٨	٢٥	بهمن	١٣٨٣
-١٨	١٤	دی	١٣٨٥
-١٤/٨	١٥	دی	١٣٨٥
-١٠	٢٢	دی	١٣٨٥
-١٣	٢٩	دی	١٣٨٥
-١٢/٤	٣٠	دی	١٣٨٥
-٨/٤	١٦	دی	١٣٨٧
-١٣/٤	١٥	دی	١٣٨٧
-١٨	٧	بهمن	١٣٨٦
-١٦	٨	بهمن	١٣٨٦



شکل١٥ نمودار درصد فراوانی هریک از الگوهای گردشی در دوره مورد مطالعه (٨٩–١٣٦٨)

نتیجه‌گیری

هجوم وگسترش امواج سرمایی به منطقه خراسان ناشی ازاستقرار الگوهای جوی تراز ۵۰۰ هکتوپاسکال مانند فرودبلند، امواج کوتاه، سردچال ها و فرابار سیبری است. به طور کلی جریانات ورودی به شمال ایران از عرض‌های بالا با خود سرما را به ارمغان می‌آورند و این در مطالعات دیگر در ارتباط با سرماهای شدید شمال‌غرب (علیجانی، ۱۳۷۸؛عزیزی،۱۳۸۳)، یخبندان‌های ایران در نقاط مختلف(براتی،۱۳۷۵)، سرماهای شدید شمال‌شرق(پاک نظر،۱۳۸۳ ؛ لشکری،۱۳۸۹،۱۳۸۷؛هژبرپور،۱۳۸٤) در ارتباط با موج سرمای فراگیر ایران دیده می‌شود. ازبین الگوهای یادشده قریب به ۹۰درصد ازهجوم امواج سرمایی حاصل ورود الگوهایی مانند فرود بلند، امواج کوتاه عمیق وسردچال‌ها می‌باشد، ۱۰درصد ازهجوم امواج سرما حاصل گسترش فرابار سیبری به خراسان است؛ درصورتی که فرابار مانع برروی شمال دریای خزر و دریاچه آرال تشکیل گردد تداوم فعالیت آن بیشترو شدت سرمایی‌اش نیز بیشتر می‌شود.

References

Alijani, Bahlol; sober, Mahmoud; 2009. identify synoptic patterns of extreme colds in North West of Iran, Geography Studies 65, 1-16.

Alijani, Bahlol, 2006. synoptic climatology, Second Edition, published by Study and preparation of books of Human Sciences (samt Pulisher).

Azizi, Gh.1383. Synoptic assessment of spring frosts in the Middle West of Iran. Journal of humanities, 99-116.

Barati, G.1375, Design and spring frost prediction of synoptic patterns, Ph.D. thesis, Tarbiat Moallem University of Tehran.

Chokhachy Moghaddam, Mohammad Baqer; 1989. synoptic analysis of the effect of pressure on the temperature of the North-East of Siberia, PhD Thesis, Tehran University.

Hzhbrpvr, Gh.; Alijani, Bahlol, 2005.Time tracking of entry Siberian high to the southern coast of the Caspian Sea Journal of humanities, (4), 193-213.

Fattahi, E., Salehi clean, election, 2010, Analysis of synoptic patterns of winter frost, Geography and Development 13, 136-127.

Kaviani, Mohammad Reza; Masoudian, Abolfazl, 2008, identify temporal and spatial variability of Siberian high in sea level, geographically Research Journal 87, 48 -27.

Lashkari, H., 2008. synoptic analysis of cold wave sweeping 2003. Geography Studies 66, 1-18.

Lashkari, H; Keikhosravi, GH, 2010. Synoptic analysis of cold wave in 8-15 January 2006. Quarterly Agricultural Science (14), Issue 1151-177.

Masoudian, Abolfazl; having, M., 2011. Analysis of synoptic of pervasive cold wave at 2003 year in Iran. Geography and Development 22, 185-165.

Sarah, 2004. Study of cold trough position and its effect on the extreme cold weather in eat north of Iran. Meteorological Master's thesis, Islamic Azad University – North Branch of Tehran.

Prieto, L,et al, 2002. NAO influence on the extreme winter temperature in Madrid (Spain), Annals Geophysical, Volume 20.

Takahashi, H. 1990. Migration of the Cold Air Mass Related to Rain Belt Formation of the Chinese Continent and Atmospheric Systems During the Baiu Season (In apanese). Geographical Review of Japan; Series A 64,10-24.

Yarnal, Brent, 2006. Synoptic climatology and its application in environmental studies translated by Masoudian Abolfazl, first edition, publication in university of Esfahan.

Zhang, Kenneth R. Sperber and James S. Boyle, 1996. Climatology of East Asian Winter Monsoon and Cold Surges, PCMDI Report 38.

Van De Besselaar, E.J.M et al, 2009. Influence of circulation types on temperature extreme in Europe, Theoretical Applied Climatology 99.